

ANALISA KINERJA OFDM MENGGUNAKAN TEKNIK PENGKODEAN HAMMING

Daud P. Sianturi *, Febrizal, **

*Teknik Elektro Universitas Riau **Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Email : daud.siamatupang@gmail.com

ABSTRACT

Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) is a very efficient high speed data transmission technique in wireless communication technology. This paper discusses the performance of OFDM system using Hamming Code. OFDM system using BPSK modulation schemes, operating under various channel conditions. To imitate the practical applications in the real world Rayleigh channel, Rician channels are also considered in addition to the AWGN channel. The simulation is done to investigate the performance of the coded OFDM system over the uncoded OFDM system. It is seen that coding improves BER performance of OFDM system and hence in this work, Hamming Code is used as single error correction.

Keywords : OFDM, BER, Hamming Code, AWGN, rayleigh and Rician channels.

I. PENDAHULUAN

OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiflexing*) merupakan suatu teknik pentransmisi data berkecepatan tinggi yang dimodulasi secara parallel dan juga menggunakan beberapa sinyal bawaan. OFDM telah digunakan sebagai standart teknologi telekomunikasi dunia saat ini. OFDM memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan teknologi yang lain seperti efisiensi spektral yang sangat tinggi, ketahanan terhadap kanal saluran fading frekuensi selektif, kekebalannya terhadap *Inter Symbol Interference* (ISI) dan kemampuan penanganan fading multipath yang kuat. (K. Lavanya, M.V.S. Sairam, 2015).

Tingginya laju pengiriman data pada jaringan OFDM, akan mengakibatkan durasi satu simbol akan semakin pendek. Hal ini akan mempengaruhi kebutuhan akan *bandwidth* menjadi sangat besar. Dengan *bandwidth* yang besar tersebut akan menyebabkan sistem menjadi sangat rentan terhadap *noise* yang dapat merusak informasi yang akan dikirimkan. Bukan hanya *noise* saja, tetapi di dalam saluran transmisi juga terdapat gangguan lain, seperti efek *fading*, interferensi, dan propagasi sinyal, yang dapat memperburuk kerusakan informasi yang akan dikirimkan.

Karena proses transmisi data dengan kapasitas yang besar dan cepat sangat rentan terhadap faktor-faktor yang mampu menyebabkan *error* saat proses transmisi berlangsung, maka untuk menghasilkan sistem yang dapat mengirimkan data secara efektif diperlukan suatu format modulasi dengan penambahan teknik *Forward Error Correction* (FEC) yang mampu menekan kuantitas *bit error rate* (BER) sebagai akibat pengiriman data yang besar dan cepat.

Pada standar telekomunikasi terdapat beberapa mekanisme teknik pengkodean kanal, mulai dari *turbo code*, *reed-solomon*, konvolusi sampai *hamming code*. Pada pengerjaan skripsi ini, teknik *hamming code* akan digunakan untuk menganalisa kinerja OFDM dengan simulasi pada MATLAB.

Metode *hamming code* adalah salah satu teknik FEC yang berfungsi untuk mendeteksi error dan mengoreksi error (*error detection and error correction*) dan merupakan teknik pengkodean yang paling sederhana. Hal ini dikarenakan pengkodean *hamming* memiliki keunggulan yang dapat mengoreksi satu kesalahan *bit* yang timbul. *Hamming code* merupakan salah satu jenis *linier error correcting code* yang sederhana dan banyak dipergunakan pada peralatan elektronik karena tidak membutuhkan memory dalam jumlah yang besar. (Ahmad Alfi Albar Lubis, Dr. Poltak Sihombing, M.Kom, Ir. Arman Sani M.T, 2015).

II. CHANNELS FADING

Untuk menganalisa kinerja OFDM tersebut maka penulis menggunakan *flatfom* perancangan simulasi OFDM yang berfungsi untuk penyampaian data informasi yang dikirim melalui suatu sumber data ke penerima sumber informasi. Kanal yang digunakan pada simulasi ini adalah model kanal berderau AWGN, kanal *Rayleigh Fading* dan anal *Multipath Rician Fading*. Untuk mengirimkan suatu informasi dari pengirim ke penerima, informasi tersebut terlebih dilakukan beberapa proses, diantaranya yaitu *channel coding*. (Angga Risnando, Bambang Hidayat, Budi Prasetya, 2011)

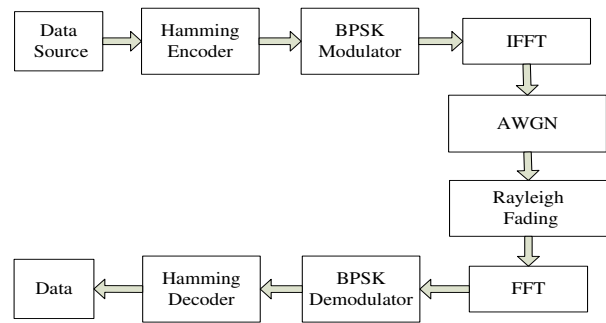
Karena berbagai rintangan alam atau buatan manusia di jalur sinyal, maka sinyal akan mengalami propagasi *multipath*, yang menyebabkan lebih banyak jumlah sinyal tiruan daripada sinyal yang ditransmisikan. Beberapa frekuensi bahkan bisa dilemahkan karena refleksi, difraksi dan efek lainnya seperti sering disebut frekuensi selektif *fading*.

Sinyal asli dan tiruan akan diterima di antena penerima secara tersebar. Dalam kondisi dimana pemancar dan penerima berada dalam frekuensi radio, maka sinyal dapat meningkat atau menurun tergantung pada gerakan relatif. *Rayleigh fading* berlaku ketika tidak ada propagasi yang dominan pada saat pemancar dan penerima dalam keadaan LOS.

AWGN sering digunakan sebagai model saluran di mana satu-satunya gangguan komunikasi adalah tambahan linear *band* putih atau *white noise* dengan kerapatan spektral konstan dan distribusi Gaussian amplitudo. Model ini tidak memperhitungkan *fading*, selektivitas frekuensi, gangguan, non linearitas atau dispersi. kanal AWGN adalah model yang baik bagi banyak satelit dan link komunikasi ruang angkasa. (Kavanya K, Sairam M.V.S, 2015)

III. SIMULINK MODEL

Tahapan proses *channel coding* dalam sistem pemodelan *baseband* OFDM dapat dilihat seperti pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem Transmisi OFDM

Pada model sistem perancangan ini terdapat parameter yang harus dipenuhi, sehingga hasil yang kita inginkan bisa tercapai. Adapun parameter-parameter yang digunakan pada simulasi ini akan ditunjukkan pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Parameter Umum sistem transmisi OFDM

Parameter	Nama
Channel Encoding	Hamming Encoder
Coding Rate	4/7
Mapping Constellation	BPSK
Modulator/Demodulator	OFDM
Fading Channel	AWGN, Rayleigh, Rician
Channel Decoding	Hamming Decoder

IV. HAMMING CODE

Kode blok Hamming, yang memiliki kemampuan mengoreksi *single error* dengan algoritma yang sederhana, dimana kode ini memiliki jenis kode yang berbeda-beda sesuai dengan *parity bit* yang dimiliki, dan memiliki perhitungan matriks yang berbeda-beda pula, dimana akan sangat berpengaruh pada penerimaan sinyal dan performansinya. (Eko Fuji Setiawan, Fajar Suryawan, 2014).

Dalam system pengkodean Hamming diperlukan suatu matriks generator, yang berfungsi untuk mendekodekan *bit stream* yang masuk dari sumber data ke *encoder*. Maka untuk menentukan matriks generator dari kode Hamming tersebut

yaitu pertama dengan menentukan nilai jumlah bit blok *codeword* (dapat dianggap sebagai variabel n) dan jumlah bit informasinya (misalkan sebagai variabel k). (Maulana Ishak, 2009).

Untuk mendapatkan nilai (n) dan (k) maka kita dapat menentukannya dengan rumus :

$$n = 2^m - 1 \quad (IV.1)$$

$$k = 2^m - m - 1 \quad (IV.2)$$

$$n - k = m \quad (IV.3)$$

$$t = 1 \text{ (} d_{\min}=3 \text{)} \quad (IV.4)$$

Keterangan :

n = Panjang Kode (Jumlah *bit blok codeword*)

k = Jumlah Bit Informasi

m = Jumlah Bit Parity

t = Kapasitas untuk koreksi error

d_{\min} = jarak kode minimum

Algoritma pengkodean kode *Hamming* dibentuk dengan suatu *generator* yaitu *generator* matriks yaitu dengan mengalikan sumber pesan dengan matrik G yang dibentuk dengan *primitive polynomial*. Contoh matriks yang digunakan adalah matriks (7,4). Maka persamaanya dapat dituliskan :

$$G = \begin{bmatrix} g_0(x) = g(x) \\ g_1(x) = xg(x) \\ g_{k-1}(x) = x^{k-1}g(x) \end{bmatrix} \quad (IV.5)$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} a$$

Dimana, $g_0 = g_{n-k} = 1$

Untuk algoritma pendekodean dari kode *Hamming* dibutuhkan matriks *parity-check* H , jika didapatkan $G = [P_{k \times (n-k)} \parallel I_k]$ maka, matriks *parity-check* H adalah :

$$H = [I_{n-k} P_{(n-k) \times k}^T] \quad (IV.6)$$

Dimana I_{n-k} adalah matriks identitas. Sedangkan untuk matriks H akan ditransposisi menjadi H^T kemudian dikalikan dengan kode yang diterima. Hasil dari perkalian ini disebut *syndrome*, *syndrome* digunakan untuk proses koreksi dan proses deteksi *error*. (Ahmad Alfi Albar Lubis, Dr. Poltak Sihombing, M.Kom, Ir.Arman Sani M.T. 2015).

Dari matriks Pariti cek diatas dapat dihitung sindrom dengan rumus:

$$S = c \cdot H^T \quad (IV.7)$$

Keterangan :

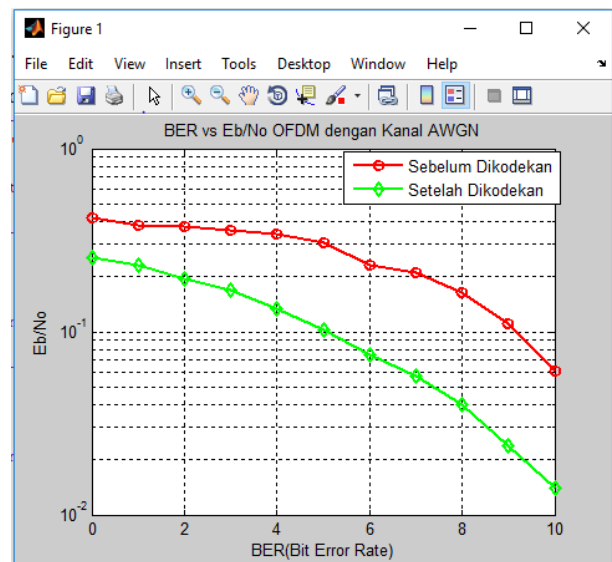
S = Sindrom

r = bit Kode Hamming yang diterima

H^T = transposisi dari matriks cek pariti setelah didapat sindromnya.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

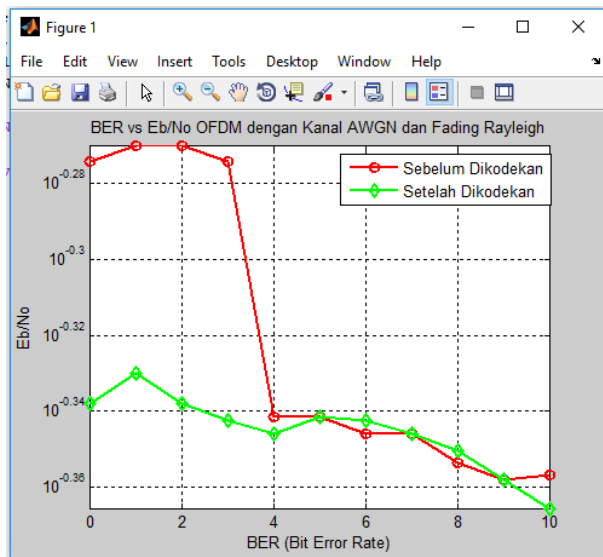
Pada bagian ini, hasil simulasi didapat dengan menggunakan MATLAB. Nilai BER didapat dari percobaan yang telah dilakukan dari model simulasi yang telah dibuat. Grafik perbandingan dapat dibuat seperti gambar 5.1 dibawah ini.



Gambar 5.1 Grafik E_b/N_0 vs BER pada OFDM dengan kanal AWGN

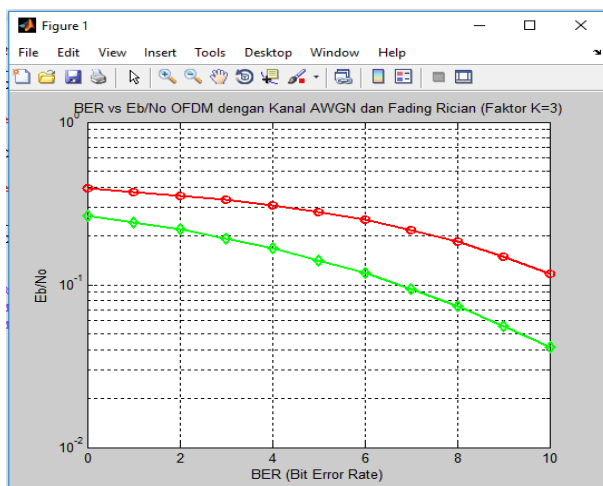
Dari gambar grafik diatas dapat dilihat bahwa kinerja suatu sistem dengan teknik pengkodean *hamming* lebih baik jika dibandingkan

dengan sistem tanpa teknik pengkodean *hamming*. Semakin minim atau kecil nilai BER untuk E_b/N_0 yang besar, maka kinerja dari sistem transmisi tersebut akan semakin baik.



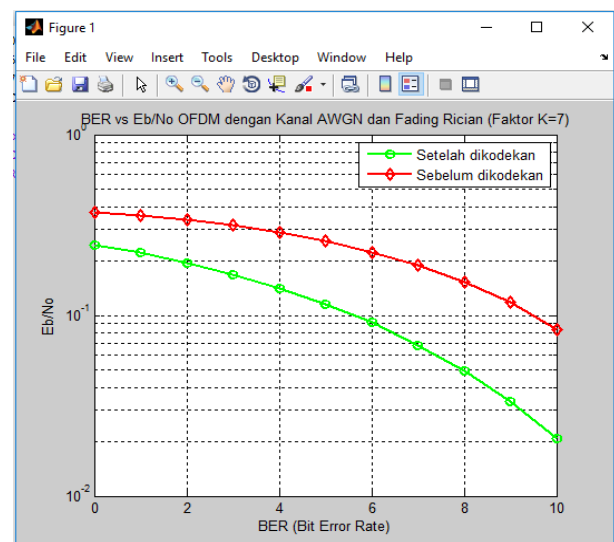
Gambar 5.2 Grafik E_b/N_0 vs BER pada OFDM dengan kanal AWGN dan *Fading Rayleigh*

Untuk mencapai BER $10^{-0.36}$ dibutuhkan E_b/N_0 sebesar 9 dB, berbeda dengan sistem yang tidak menggunakan *hammig code*, untuk mencapai BER $10^{-0.36}$ nilai E_b/N_0 tidak bisa ditentukan karena cenderung naik turun. Pengaruh *hamming code* pada sistem ini memang tidak terlalu signifikan, tetapi kinerja sistem masih lebih baik jika dibandingkan dengan sistem tanpa pengkodean sama sekali.



Gambar 5.3 Grafik E_b/N_0 vs BER pada OFDM dengan kanal AWGN dan *Fading Rician* ($K=3$)

Pada gambar 5.3 pengaruh *hamming code* sendiri cukup terlihat pada kinerja suatu sistem. Dimana saat nilai $E_b/N_0 = 10$ nilai BER sudah mencapai $10^{-1.5}$, berbeda dengan simulasi sebelumnya yang tidak menggunakan *hamming code* dimana dengan nilai $E_b/N_0=10$ hanya mencapai sekitar BER $10^{-0.9}$. Pada simulasi ini *hamming code* sangat mempengaruhi kinerja sistem tersebut.



Gambar 5.4 Grafik E_b/N_0 vs BER pada OFDM dengan kanal AWGN dan *Fading Rician* ($K=7$)

Pada gambar grafik diatas, dimana untuk mencapai nilai BER 10^{-1} dibutuhkan penguatan sebesar 10dB. Dapat diartikan bahwa performa sistem cenderung lambat sekalipun tidak ada penurunan. Ini disebabkan karena adanya pengaruh *noise* dan efek *fading* yang cukup besar sehingga memperlambat proses transmisi data.

Jika dibandingkan dengan percobaan sebelumnya yang menggunakan faktor $K=3$, maka performa sistem pada faktor $K=7$ lebih baik, ini dikarenakan semakin besar faktor K yang diberikan, maka efek *fading* yang ditimbulkan semakin sedikit.

VI. KESIMPULAN

Secara umum, penggunaan *Hamming code* pada sistem jaringan OFDM dapat memperbaiki informasi serta meningkatkan kinerja sistem. Kanal transmisi yang digunakan pada simulasi sangat mempengaruhi kinerja sistem OFDM.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Alfi Albar Lubis, Dr. Poltak Sihombing, M.Kom , Ir.Arman Sani M.T. 2015. *Perancangan Error Detection System And Error Correction System Menggunakan Metode Hamming Code Pada Pengiriman Data Text*. Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Angga Risnando, Bambang Hidayat, Budi Prasetya. 2011. *Analisis Pengaruh Kinerja Pengkodean Turbo Code Terhadap Sistem Broadband Wireless OFDM Untuk Peningkatan Performansi Pada Teknologi Standar IEEE 802.16d*. Universitas Telkom.
- Eko Fuji Setiawan, Fajar Suryawan. 2014. *Simulasi Kode Hamming. Kode BCH, dan Kode Reed Solomon Untuk Optimalisasi Forward Error Correction*. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Irsan. 2009. *Simulasi Pengkodean Hamming untuk Menghitung Bit Error Rate*. Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Kavanya K, Sairam M.V.S. 2015. *Improvement of BER Performance in OFDM under various Channels with Extended Hamming Code*. Department of E.C.E, G.V.P College of Engineering (Autonomous), Visakhapatnam, India.
- Maulana Ishak. 2009. *Rancang Bangun Baseband WiMAX pada DSK TMS320C6713 Dengan Menggunakan Simulink*. Universitas Indonesia. Depok.